

Norbert Mertzsch

Rückbau von technologischen Anlagen

1 Vorbemerkungen

Der Beitrag, der auf einer Ausarbeitung von 2014 basiert (vgl. Mertzsch 2014), erweitert die im Beitrag „Der Lebenszyklus von Technologien im Rahmen der Allgemeinen Technologie I“ getätigten Aussagen zum Rückbau von technologischen Anlagen.¹

Der sich der dauerhaften Außerbetriebnahme einer technologischen Anlage anschließende Rückbau beendet den Lebenslauf eines technischen Artefakts und damit der dazugehörigen Technologie (vgl. Fratzscher 2008). Bei der Ausführung dieser Maßnahmen spielen, wie bei Schaffung und Betrieb der technischen Artefakte, neben technikwissenschaftlichen Aspekten auch naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Aspekte sowie ökonomische Aspekte eine große Rolle. Dazu zählen u. a.:

- Bereitstellung der naturwissenschaftlichen Grundlagen für neue Rückbautechnologien;
- Bereitstellung naturwissenschaftlicher Grundlagen für Grenzwerte im Boden- und Gewässerschutz sowie Arbeitsschutz;
- Diskussion und Festlegung oben genannter Grenzwerte;
- ökonomische Bewertung von Rückbautechnologien auch unter dem Aspekt des Allgemeinwohls.

Der allgemeine Verfahrensablauf für den Rückbau technologischer Anlagen lässt sich bei aller Unterschiedlichkeit der Anlagen entsprechend folgender Arbeitsschritte beschreiben:

- Planung der Rückbautätigkeit;
- Rückbau der technischen Anlage und der Gebäude;
- Entsorgung der Abfälle;
- Sanierung des Standorts (bei Notwendigkeit).

1 Vgl. den Beitrag des Autors in diesem Band S. 41–51.

Um den Rückbau einer technischen Anlage effizient zu gestalten, sollten die Anforderungen des Rückbaus bereits bei der Planung neuer Anlagen Berücksichtigung finden. Das ist bisher noch nicht immer verwirklicht, da bisher der optimale Anlagenbetrieb im Focus stand. Ein Umdenken könnte sich durch die weitere Durchsetzung einer Kreislaufwirtschaft ergeben.

2 Planung der Rückbautätigkeit

In Vorbereitung des Rückbaus einer technischen Anlage ist über den weiteren Umgang mit dem betroffenen Grundstück zu entscheiden. In vielen Fällen ist der Rückbau als Maßnahme zur Vorbereitung des Aufbaus einer neuen Anlage zu sehen (vgl. Roller 2004). Dieses Vorgehen ist besonders unter dem Aspekt der Minimierung des Flächenverbrauchs positiv zu bewerten (vgl. UBA 2004). Ist eine weitere Nachnutzung des Standortes noch nicht in Sicht, ist, soweit möglich, die Art einer möglichen Nachnutzung festzulegen. Danach richtet sich gegebenenfalls die notwendige Planung der Sanierung der Grundstücksflächen, was besonders unter dem Kostenaspekt bedeutsam ist. Eine geplante Änderung der Flächennutzung eines ehemaligen Standortes einer technischen Anlage bedeutet auch, dass gegebenenfalls Flächennutzungspläne von Gemeinden zu ändern sind.

Um den Rückbau einer technischen Anlage unter Beachtung aller gesetzlichen Anforderungen ausführen zu können, müssen Auftraggeber, Planer und die Auftragnehmer der verschiedenen Maßnahmen eng zusammenarbeiten.

In Vorbereitung der Rückbauplanung ist als erstes beim Auftraggeber eine Sichtung und Sammlung der vorhandenen Bestandsunterlagen durchzuführen, damit ein Abgleich mit den tatsächlichen Gegebenheiten ausgeführt werden kann. Wie Erfahrungen zeigen, wurden vielfach im Laufe der Jahre Anlagenänderungen vorgenommen, die nicht ordnungsgemäß dokumentiert wurden.

Eine entscheidende Aufgabe ist die Ermittlung aller zu erwartenden Gefährdungen beim Rückbau der Anlage und der zugehörigen Bauwerke (vgl. Rehtanz 1994), für die der Auftraggeber verantwortlich ist. Dazu gehört die Erfassung aller in der betreffenden Anlage und in den Bauwerken vorhandenen Gefahrstoffe, wie z. B. Asbest, künstliche Mineralfasern oder polychlorierte Biphenyle (PCB).

Die Erfassung der Umgebungsbedingungen ist notwendig, um Einflüsse des Rückbaus auf die Nachbarbebauung und Nachbaranlagen sowie vorhandene Leitungen zu erkennen. So sind für Rückbauarbeiten in der Nähe von vibrationssensiblen Anlagen (z. B. laufende Turbinen) und Gebäuden mög-

lichst vibrationsarme Verfahren einzusetzen. Ebenso ist der Einsatz von Sprengtechniken in diesen Bereichen nur begrenzt möglich. In brand- und explosionsgefährdeten Bereichen verbietet sich der Einsatz von thermischen Abbruchverfahren.

Des Weiteren sind die möglichen Aufstell- und Verkehrsflächen für Baustelleneinrichtungen, Abbruchgeräte, Container und Vorbehandlungstationen für Abfälle festzulegen. Das zu erstellende Entsorgungskonzept soll als internes Planungsinstrument die Art und Menge der anfallenden und getrennt zu entsorgenden Abfälle beschreiben. Im Weiteren erfolgt die Zuordnung zu möglichen Verwertungs- und Entsorgungswegen unter Beachtung der Andienungspflicht für gefährliche Abfälle. Darauf aufbauend können die geeigneten Entsorgungsfachbetriebe ausgewählt sowie die Entsorgungsnachweise erstellt werden.

In der Ausführungsplanung für den Abbruch werden Vorgaben zur Abbruchreihenfolge und zum Maschineneinsatz festgelegt. Weitere Vorgaben erfolgen zur Materialtrennung und Zuordnung zu den Entsorgungswegen sowie zur Abbruchdauer und zu Maßnahmen zur Beschränkung von Emissionen. Dabei sollte der Schwerpunkt auf dem selektiven Rückbau liegen, um eine möglichst hochwertige Verwertung der Abfälle zu erreichen (vgl. Meetz et al. 2015). Auch Abschätzungen zu den anfallenden Kosten sind Inhalt der Ausführungsplanung.

Ein weiterer wichtiger Baustein der Ausführungsplanung ist die Erstellung einer schriftlichen Abbrucharweisung auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung, um den besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen von Rückbauarbeiten gerecht zu werden (vgl. DGUV 2020). Bei wesentlichen Veränderungen des Arbeitsablaufes bzw. bei nachträglich festgestellten Gefährdungen ist diese jeweils zu aktualisieren.

Aufbauend auf den erstellten Planungsunterlagen sind dann rechtzeitig alle notwendigen Genehmigungen zum Rückbau der Anlage einzuholen. Dazu zählen die Abbruchgenehmigung sowie abfallrechtliche, naturschutzrechtliche und wasserrechtliche Genehmigungen. Besonders beim Problem der naturschutzrechtlichen Genehmigung sollte rechtzeitig der Kontakt mit der Behörde gesucht werden, da hier erhebliche zeitliche Probleme liegen können (z. B. beim Vorhandensein von schützenswerten Fledermäusen).

3 Rückbau der technischen Anlage und der Gebäude

Abbruch- und Rückbauarbeiten gehören zu den gefährlichsten Tätigkeiten, die im Baugewerbe ausgeführt werden (vgl. Gabriel et. al. 2010). Diese sind

deshalb nur von erfahrenen Fachleuten unter sachkundiger Leitung auszuführen. Um Personal für solche Arbeiten zu qualifizieren, wurde der Beruf „Bauwerksmechaniker/in für Abbruch und Betontrenntechnik“ als dreijähriger anerkannter Ausbildungsberuf in der Industrie eingeführt.²

Für die Bauleitung der durchzuführenden Arbeiten ist eine sachkundige Person als Koordinator einzusetzen.

Erschwerend für Rückbauarbeiten wirken sich aus:

- räumliche Beengtheit;
- gegenseitige Gefährdungen infolge verschiedener gleichzeitig durchgeführter Abbrucharbeiten;
- Fortführung benachbarter Produktionsprozesse;
- unmittelbare Nähe von Versorgungsleitungen;
- Zeitdruck.

Diese Punkte sind bereits bei der Planung zu berücksichtigen und in ein sicheres Arbeiten umzusetzen.

Im Rahmen des Rückbaus anfallende Abfälle sind bereits beim Abbau so zu sortieren, dass sie möglichst sortenrein den Entsorgungswegen entsprechend der Annahmebedingungen der Entsorgungsanlagen zugeführt werden können. Eine Vermischung von Abfällen unterschiedlicher Qualität ist auszuschließen.

Für den Rückbau technischer Anlagen stehen umfangreiche Abbruchverfahren zur Verfügung, die entsprechend der vorliegenden Einsatzbedingungen ausgewählt werden. Dazu zählen mechanische, thermische, chemische und hydrodynamische Verfahren (vgl. Toppel 2003).

3.1 *Mechanische Abbruchverfahren*

Mechanische Verfahren können manuell oder maschinell ausgeführt werden.

Manuelle Verfahren kommen dabei vorwiegend beim Demontieren von technischen Anlagen, beim Entkernen von Gebäuden und beim manuellen Abbruch zum Einsatz. Für den manuellen Abbruch stehen neben einfachen Handwerkzeugen handgeführte Geräte wie Trennschleifer, Hämmer und Sägen zur Verfügung. Eingesetzt werden manuelle Verfahren nur an sehr begrenzten Objekten bzw. wenn der Einsatz anderer Verfahren nicht möglich ist.

2 Vgl. https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSION_ID=vrUACfLU4IcFEQQcNcxkLwnbIH15ky6BtzLiQ0zXMKpzpE_FV0fZ!1225561035?path=null/suchergebnisse/kurzbeschreibung&dkz=27304&such=bauwerksmechaniker

Als maschinelles mechanisches Verfahren für die Anlagendemontage wird vorrangig das maschinelle Sägen eingesetzt. Für den maschinellen Abbruch werden vorrangig Hydraulikbagger, Seilbagger, Hebezeuge und Radlader verwendet. Diese werden je nach Einsatzgebiet mit Anbaugeräten ausgestattet. Dazu zählen z. B. Abbruchzange, Abbruchhammer, Pulverisierer und Stahlschere.

Für spezielle Anwendungen (z. B. beim selektiven Rückbau von Gebäuden) stehen als Verfahren unter anderem Kreissägen oder Seilsägen mit Diamantsägeblättern bzw. Diamantseilen, Bohrgeräte für Kernbohrungen oder Vollbohrungen zur Verfügung.

3.2 *Thermische Abbruchverfahren*

Thermische Verfahren werden vorwiegend von Hand ausgeführt. Fernbediente Verfahren haben sich z. B. bei Unterwasserarbeiten in der Kerntechnik durchgesetzt.

Das bekannteste thermische Verfahren ist das autogene Brennschneiden.³ Dieses wird beim Trennen von Anlagenteilen, Stahlkonstruktionen und Bewehrungsstahl eingesetzt.

Plasmaschneiden kann als Trennverfahren für nicht-brennschneidbare Werkstoffe aus Metall eingesetzt werden.⁴ Bevorzugte Einsatzgebiete sind das Trennen von hochlegierten Stählen und Nichteisenmetallen. Das Verfahren arbeitet auch fernbedient unter Wasser.

Weitere thermische Verfahren sind Schneiden mit Kernlanze, Pulverlanze und Pulverschneidbrenner. Diese Verfahren sind für das Trennen von Metall und Beton geeignet.

3.3 *Chemische Abbruchverfahren*

Zu den chemischen Abbruchverfahren zählen das Sprengen mit Sprengstoff und Quellmitteln.

Der Einsatz von Sprengungen mit Sprengstoff ist besonders geeignet für Schornsteine, Turbinenfundamente und Stahlkonstruktionen (z. B. Förderbrücken im Braunkohlebergbau). Vorteile sind kurze Abbruchzeiten und nur kurzzeitige Beeinträchtigung der Umgebung. Dafür ist der Aufwand für Sicherungsmaßnahmen hoch.

Quellmittel werden zur Spaltenbildung in mineralischen Baustoffen (Mauerwerk und gering bewährter Beton) eingesetzt. Vorteilhaft ist der Ein-

3 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Autogenes_Brennschneiden

4 Vgl. <https://plasmaschneider-abc.de/plasmaschneiden-die-vor-und-nachteile/>

satz in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen. Der Aufwand für die Bohrlochherstellung ist hoch.

3.4 *Hydrodynamische Abbruchverfahren*

Als hydrodynamisches Abbruchverfahren werden Hochdruckwasserstrahlverfahren mit und ohne Abrasivmittel-Zusatz eingesetzt (vgl. abw-recycling 2020).

4 **Sanierung des Standortes der rückgebauten technischen Anlage**

Durch technische Anlagen, die viele Jahre in Betrieb waren und die den heute geltenden Anforderungen an den Umweltschutz nicht gerecht werden, ist es in vielen Fällen zu einer Kontamination von Boden und Grundwasser durch Schadstoffe gekommen. Das gilt auch für Altstandorte. Besonders betroffen sind Anlagen der chemischen Industrie und ehemalige Gaswerke (vgl. Schreyer 1991), aber auch Anlagen der Metallurgie, der Energieerzeugung sowie Tankstellen.

Ist es zu einer schädliche Bodenveränderungen und einer Gewässerverunreinigung gekommen, sind verunreinigter Boden bzw. eine Altlast sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen so zu sanieren, dass festgelegte Gefahrenschwellen dauerhaft unterschritten werden. Es geht also darum, erkennbare Gefahren, die in einem räumlichen und zeitlichen Zusammenhang mit der rückzubauenden Anlage stehen, im Rahmen der Nachsorge abzuwehren. Die rechtliche Grundlage dafür bildet das Bodenschutzrecht (vgl. BbodSchG 2017).

Für die Sanierung eines kontaminierten Standortes lässt sich bei allen Unterschieden der Bodenkontaminationen, der Standortgegebenheiten und der einzusetzenden Sanierungsverfahren eine einheitliche Vorgehensweise ableiten:

- Erkundung von Bodenverunreinigungen und Planung der notwendigen Sanierungsarbeiten;
- Sanierung des Bodens und/oder des Grundwassers bzw. Gewässers;
- Entsorgung der kontaminierten Abfälle;
- Nachsorge.

4.1 *Erkundung von Bodenverunreinigungen*

Für die Erkundung von Bodenverunreinigungen wird im nachsorgenden Bodenschutz üblicherweise ein gestuftes Verfahren angewandt. Damit soll mit

möglichst geringem Aufwand der Verdacht einer Bodenverunreinigung bestätigt oder ausgeschlossen werden.

Dabei werden die Arbeitsschritte Erfassung, Untersuchung sowie Bewertung von Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen systematisch ausgeführt. Die Untersuchungen erfolgen im Hinblick auf das Gefahrenpotenzial der betroffenen Flächen und die Feststellung der Notwendigkeit einer Sanierung. Daraus werden dann die notwendigen Maßnahmen zur Sanierung der festgestellten schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten sowie auch gegebenenfalls notwendige Maßnahmen zur Nachsorge nach Beendigung der Sanierungsmaßnahme abgeleitet.

Gefahrenpotenzial bzw. Schadensausmaß werden durch orientierende Untersuchungen erfasst. Erforderlichenfalls schließen sich Detailuntersuchungen an. Darauf basierend erfolgt eine Gefährdungsabschätzung für die Schutzgüter

- menschliche Gesundheit;
- Wasserressourcen, Wasserqualität;
- Luftqualität;
- Boden in seinen natürlichen Funktionen;
- Natur und Landschaft.

Bei der Bewertung von Gefährdungen, die von mit Schadstoffen belasteten Bodenflächen ausgehen, sind auch Planungen hinsichtlich einer zukünftigen Nutzung des Grundstücks (z. B. weiterhin Industriegelände, Wohnbebauung oder landwirtschaftliche Nutzfläche) zu berücksichtigen.

4.2 Sanierung von Bodenverunreinigungen

Schadstoffbelastete Böden und Altlasten sowie dadurch verursachte Verunreinigungen von Grundwasser und Gewässern müssen so saniert werden, dass keine dauerhaften Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.

In Abhängigkeit von den geologischen und hydrologischen Standortgegebenheiten, der gegenwärtigen und gemäß Planungsrecht zukünftigen Nutzung, den Schadstoffeigenschaften und den betroffenen Schutzgütern können zur Gefahrenabwehr verschiedene Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen zur Anwendung kommen. Deren Festlegung erfolgt durch die zuständige Behörde auf der Basis der durchgeführten Sanierungsuntersuchungen. Die behördlich festzulegenden Maßnahmen müssen in einem angemessenen Verhältnis zur abzuwehrenden Gefahr stehen. Für eine dauerhafte Gefahrenabwehr (Sanierung) sind neben Dekontaminationsmaßnah-

men, bei denen die Schadstoffe beseitigt oder vermindert werden, auch Sicherungsmaßnahmen, die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern, in Betracht zu ziehen.

Wenn nach der Sanierung aufgrund eines verbliebenen Schadstoffpotenzials eine langfristige Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Sanierungsbauwerke und -anlagen sowie die Überwachung einer möglichen Ausbreitung der verbliebenen Schadstoffe notwendig sind, werden Nachsorgemaßnahmen erforderlich.

Für Bodenverunreinigungen, die erst nach Inkrafttreten des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG), dem 01.03.1999, entstanden sind, ist jedoch allein die Dekontamination zulässig (vgl. Frauenstein 2010).

Für die Sanierung von kontaminierten Standorten sind die verschiedensten Verfahren entwickelt worden. Im Folgenden wird auf einige wesentliche Verfahren eingegangen.

Auskoffering

Die bekannteste Maßnahme zur Sanierung eines Standortes ist der Aushub des kontaminierten Bodens. Dieser ist dann entweder direkt auf einer Deponie abzulagern oder in einer Bodenwaschanlage bzw. thermischen Behandlungsanlage weiter zu behandeln.

Behandlung in einer Bodenwaschanlage

Die Behandlung von Böden in einer Bodenwaschanlage eignet sich neben der Entfernung von organischen Schadstoffen wie Mineralölkohlenwasserstoffen, Halogenkohlenwasserstoffen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) auch für Böden mit anorganischen Schadstoffen wie Schwermetallen, Cyaniden und Sulfiden (vgl. Handbuch 1993).

Der gereinigte Boden kann anschließend auf einer Deponie abgelagert werden, oder er wird, da durch die Behandlung die Bodenfunktion zerstört ist, als Inertmaterial wieder eingebaut. Anfallende Wässer sind zu reinigen, die Schadstoffe abzutrennen und in geeigneter Form zu entsorgen. Das gereinigte Wasser ist weitgehend im Kreislauf zu fahren. Die Abluft ist entsprechend der anfallenden Gase zu reinigen.

In Bodenwaschanlagen können auch verunreinigte Baustoffe, wie Beton und Ziegel, gereinigt werden.

Thermische Behandlung

Bei der thermischen Behandlung erfolgt eine Zerstörung der adsorptiven und chemischen Bindungskräfte durch Zufuhr von thermischer Energie. Die

Schadstoffe werden üblicherweise anschließend oxidiert oder in die Rückstände eingebunden. Je nach angewandtem Temperaturbereich und angewandter Technologie werden die Verfahren in Entgasungs-, Vergasungs- und Verbrennungsprozesse eingeteilt. Die Verdampfungs- und Verbrennungstemperaturen sowie die Verweilzeiten in den Reaktionszonen richten sich nach den vorliegenden Schadstoffen sowie nach der beabsichtigten Verwendung des gereinigten Materials. Neben Drehrohröfen können auch Wirbelschichtöfen (vgl. ABRG 2020) eingesetzt werden.

Die thermischen Verfahren sind grundsätzlich für die Entfernung von organischen Verunreinigungen aus Böden geeignet. Dabei werden die organischen Stoffe entweder direkt zerstört oder nach dem Austreiben aus dem Boden zerstört.

Die Abgase der thermischen Behandlungsanlage sind von gasförmigen Schadstoffen oder Aerosolen zu reinigen. Die Filterstäube aus der Abgasreinigung sind als gefährliche Abfälle vorzugsweise in einer Untertagedepotie zu entsorgen.

Biologische Behandlung

Die biologische Behandlung von kontaminierten Böden wird zum biologischen Abbau von organischen Schadstoffen durch Mikroorganismen oder Pilze angewandt (vgl. Hupe et. al. 2020).

Nach einer mechanischen Vorbereitung (Zerkleinerung) werden die zu reinigenden Böden üblicherweise in Mieten mit Bakterienkulturen sowie Nährstoffen und gegebenenfalls Lösungsvermittlern versetzt. Die Mieten sind ständig zu belüften und feucht zu halten. Die Abluft ist gegebenenfalls zu reinigen. Die Behandlung kann je nach Schadstoffspektrum und erforderlichen Schadstoffkonzentrationen Wochen bis Jahre dauern.

Es gibt auch die Entwicklungen von In-situ-Behandlungsverfahren, bei denen der biologische Abbau der Schadstoffe ohne Aushub direkt im kontaminierten Boden erfolgt.

Hydraulische Verhinderung der Schadstoffausbreitung

Bei diesen Verfahren werden die hydrodynamischen Verhältnisse im Untergrund soweit verändert, dass eine Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser eingeschränkt oder verhindert wird. Um dieses zu erreichen, werden Spundwände gesetzt, Sperrbrunnen errichtet oder Grundwasserabsenkungen vorgenommen. Bei den letzten beiden Maßnahmen ist zu beachten, dass diese unter Umständen Jahrzehnte in Betrieb sein müssen.

Behandlung des Grundwassers

Bei diesen Verfahren erfolgt die Fassung des verunreinigten Wassers vorwiegend durch Entnahmebrunnen im wassergesättigten Untergrund. Beim Auftreten mehrphasiger Stoffgemische, z. B. Wasser/Mineralöl, sind die Entnahmeeinrichtungen so auszulegen, dass die den Schadstoff enthaltende Phase mit entnommen werden kann.

Das verunreinigte Grundwasser wird in einer für die vorhandenen Schadstoffe ausgelegten Reinigungsanlage behandelt. In Abhängigkeit von der erreichten Restkonzentration der Schadstoffe im gereinigten Wasser kann dieses direkt oder nach einer Nachbehandlung in einer Kläranlage in einen Vorfluter abgegeben werden. Unter günstigen Umständen ist auch eine direkte Wiedereinleitung in das Grundwasser möglich.

Pneumatische Verfahren

Hierbei handelt es sich um Verfahren zur Erfassung und Abtrennung schadstoffhaltiger Gase und Dämpfe, um hierdurch die Emissionen aus dem Boden vorzugsweise in die Luft zu vermindern oder zu unterbinden. Die häufigsten Verfahren sind die Bodenbe- bzw. -entlüftung durch Bodenluftabsaugung und Stripping. Bei Deponien erfolgt z. B. die gefasste Deponieentgasung mit energetischer Verwertung des Deponiegesetzes.

Literatur

- ABRG (2011): Wirbelschichtofen (WSO) der ABRG Asamer-Becker Recycling GmbH. – URL: <https://abrg.at/dienstleistungen/#wirbelschichtofen>
- abw-recycling (2020): Hydrodynamische Verfahren. In: Vorlesung C / Kapitel 6: Abbruchverfahren. Weimar (Bauhaus-Universität), S. 19–22. – URL: http://www.abw-recycling.de/Lehre/WS_13-14/Modul%20C/6Abbruchverfahren.pdf
- BbodSchG (2017): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BbodSchG) vom 17. März 1998; zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 3 V v. 27.9.2017. – URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschg/BbodSchG.pdf>
- DGVU – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Vorschrift 38 (2020): Unfallverhütungsvorschrift Bauarbeiten. Gültig ab 01. April 2020. – URL: https://www.bgbau.de/fileadmin/Medien-Objekte/Medien/DGUV-Vorschriften/38_BGV_C22_38.pdf
- Fratzscher, W. (2008): Technikwissenschaften und Technologie. In: Banse, G.; Reher E.-O. (Hg.): Allgemeine Technologie – verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie. Berlin, S. 127–135 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 99)

- Frauenstein, J. (2010): Stand und Perspektiven des nachsorgenden Bodenschutzes. Dessau-Roßlau (Umweltbundesamt). – URL: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3926.pdf>
- Gabriel, St.; Hofert, R.; Steinborn, V. (2010): Arbeitsschutz bei Abbrucharbeiten. Hg. v. d. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Dortmund (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin). – URL: https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/A22.pdf?__blob=publicationFile
- Handbuch (1993): Handbuch Bodenwäsche. Hg. v. d. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (Materialien zur Altlastenbearbeitung, Bd. 11). – URL: [www https://expydoc.com/doc/9395072/handbuch-bodenw%C3%A4sche---lubw---baden](http://www.expydoc.com/doc/9395072/handbuch-bodenw%C3%A4sche---lubw---baden).
- Hupe, K.; Heyer, K.-U.; Stegmann, R. (2020): Biologische Bodenreinigung. – URL: <http://www.ifas-hamburg.de/PDF/bioalt.pdf>
- Meetz, M.; Mettke, A.; Liesemeier, B.; Schmidt, S.; Verheyen, F. (2015): Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden. Potsdam (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg). – URL: https://mluk.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/Leitfaden_selektiver_Rueckbau.pdf
- Mertzsch, N. (2014): Außerbetriebnahme und Rückbau von Technologien. In: Banse, G.; Reher E.-O. (Hg.): Beiträge zur Allgemeinen Technologie. Berlin, S. 349–378 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 36)
- Rehtanz, H. (1994): Arbeits- und Umweltschutzanforderungen bei Rückbau, Demontage und Abriß von gefahrstoffbelasteten Industrieanlagen. In: Umwelttechnik FORUM, Jg. 9, Nr. 3, S. 14
- Roller, H. (2007): Aus dem Vorwort zur ersten Auflage. In: Deutscher Abbruchverband e.V.; Lippok, J.; Korth, D. (Hg.): Abbrucharbeiten. Grundlagen, Vorbereitung, Durchführung. Köln, S. 7
- Schreyer, M. (1991): Perspektiven zur Altlastensanierung in Berlin. In: Franzius, V. (Hg.): Sanierung kontaminierter Standorte 1990. Berlin, S. 9–12 (Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 39)
- Toppel, C. O. (2003): Technische und ökonomische Bewertung verschiedener Abbruchverfahren im Industriebau. Darmstadt (Technische Universität). – URL: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/epda/000439/dissertation.pdf>
- UBA – Umweltbundesamt (2004): Hintergrundpapier: Flächenverbrauch, ein Umweltproblem mit wirtschaftlichen Folgen. Berlin. – URL: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3576.pdf>